Untersuchungen über die Stromabildung der Xylaria Hypoxylon in künstlichen Kulturen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Philosophischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Daniel Linford Freeman

aus Aughton (England).

ACAD.
BIOLOG.
BIBL.

Halle a. S.
1910.

Referent: Prof. Dr. Karsten.

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Februar 1910.

Druck von A. Hopfer in Burg b. M.

Meiner lieben Mutter.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548112_0028

Untersuchungen über die Stromabildung der Xylaria Hypoxylon in künstlichen Kulturen.

Mit Tafel IV.

Im November 1907 machte mich Herr Professor Küster auf die reichliche Entwicklung der *Xylaria Hypoxylon* aufmerksam, welche auf den Orchideenkästen des Hallenser Botanischen Gartens zahlreiche Stromata produzierte. Von Brefeld, Molisch und andern ist diese Pilzspezies schon näher studiert und auf künstlichen Nährmedien kultiviert worden; Herr Professor Küster veranlaßte mich, insbesondere nach der physiologischen Seite hin die gleiche Spezies auf dem Wege der künstlichen Kultur noch einmal zu prüfen und den Einfluß äußerer Faktoren auf Art und Schnelligkeit ihrer Entwicklung zu untersuchen. Die Versuche wurden im Botanischen Institut der Universität Halle unter Leitung von Herrn Professor Küster im Wintersemester 1907/1908 sowie in den beiden folgenden Semestern angestellt.

Herrn Professor Küster sage ich für seine Anleitung und Unterstützung meinen besten Dank.

Einleitung.

Der Schilderung von Brefeld[1]) entnehmen wir folgende Angaben über unseren Pilz:

„Durch ein aufrechtes, vom Substrat weit abstehendes, keulen- oder fadenförmiges Stroma ist die Gattung *Xylaria* ausgezeichnet, welche unter allen Sphaeriaceen den Höhepunkt morphologischer Differenzierung darstellt. Dieses Stroma ist fast immer in einen stielartigen, sterilen und einen die Spitze einnehmenden fertilen Teil gesondert. An der Oberfläche des ersteren finden wir in Jugendstadien immer zu einem Hymenium vereinigte Konidienträger, welche einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht haben und basidien-ähnlich genannt werden dürfen. Später werden unter der Rinde dieses Stromateiles die Askusfrüchte angelegt. Diese Verhältnisse sind nichts Neues; sie sind namentlich durch Tulasne,

[1]) Untersuchungen aus dem Gesamtgebiete der Mykologie, Heft X, 1891, p. 262 ff.

den Erforscher der Ascomyceten par excellence, für zahlreiche Formen illustriert worden. Die Kultur dieser Formen hat aber auch hier ein neues Glied der Entwicklungsgeschichte der Xylarien einverleibt, freie Konidienträger."

Der Schilderung meiner eigenen Versuche und Ergebnisse schicke ich einige Angaben über meine Kulturmethoden voraus. Aus Brefeld's Mitteilung ist über die Art, *Xylaria* zweckmäßig zu kultivieren, nichts zu entnehmen.

Molisch[1]) gibt an, daß *Xylaria* auf Gelatine und Brot gut wächst.

Methoden.

Meine Versuche begannen damit, geeignete Kulturformen und Kulturböden für *Xylaria Hypoxylon* zu finden.

Diejenigen Nährböden, welche sich am besten bewährten, werde ich im folgenden beschreiben:

An dem Holz in Gewächshäusern wächst der Pilz sehr üppig. Es ließ sich hoffen, daß Holz auch bei künstlichen Kulturen einen guten Nährboden abgeben würde. So wurden kleine Stücke Holz (Rinde eingeschlossen) von frischen Zweigen geschnitten, ungefähr 2,5 cm lang und 8—9 mm im Durchmesser, und in Reagenzgläser gesteckt; um die Feuchtigkeit zu erhalten, wurden ein paar Tropfen Wasser zugefügt.

Die Öffnungen der Reagenzgläser wurden mit Baumwolle geschlossen und sterilisiert. Die Hoffnung, daß Holz ein guter Nährboden wäre, wurde verwirklicht, da das Wachstum der Myzelien und Stromata und die Konidien- und Askosporenbildung schnell und üppig vor sich gingen. Demnach wurde Holz bei allen Versuchen reichlich angewandt.

Es war nach diesen Erfahrungen wünschenswert, zu wissen, ob das Holz allein oder die Rinde den meisten Einfluß ausübte; es wurden daher zwei weitere Kulturenreihen in Reagenzgläsern in ähnlicher Weise vorbereitet, von welchen eine nur Holz, von Rinde gänzlich befreit, die andere nur Rinde enthielt. Auf den Holzkulturen wuchs das Myzel zunächst sehr üppig, nach ungefähr drei Wochen starb es ab. In einigen Fällen wurde (im Dezember und Januar) Stromabildung nach ungefähr zwei Wochen beobachtet, aber die Stromata wuchsen langsam und blieben schwach.

Auf den Rindenkulturen war auch ein sehr üppiges Wachstum des Myzels bemerkbar, aber die Stromabildung erfolgte spät; die Stromata waren zart und verzweigt.

Da Sägespäne mit einer flüssigen Lösung oder gewöhnlichem Wasser getränkt ein guter Nährboden für verschiedene Pilze sind, wurde eine Reihe von Kulturen in Reagenzgläsern und in Erlenmeyerkölbchen, die

[1]) Leuchtende Pflanzen, Jena 1904, p. 40ff.

mit Wasser getränkte Sägespäne enthielten, vorbereitet. Das Myzel wuchs äußerst langsam und starb schließlich ab.

Von gallertigen Nährböden wurden Gelatine und Agar verwendet. Es wurde eine Reihe Kulturen in Dosen und Petrischalen, mit 10% Gelatine und verdünnter Pflaumensaftlösung vorbereitet. Auf diesem Nährboden war das Wachstum des Myzels und des Pilzes sehr üppig; aber da so viele Kulturen bald von Bakterien verunreinigt wurden, konnte die Gelatine nicht als passender Nährboden für unsere Versuche betrachtet werden. Neben Gelatine wurden Kulturen mit 2% Agar und verdünnter Pflaumensaftlösung in Petrischalen und Dosen angesetzt. Auch hier war das Wachstum des Myzels sehr üppig. Wir werden später von den an Agarkulturen beobachteten Erscheinungen zu sprechen haben.

Quarzsand, der mit verschiedenen Lösungen gesättigt war, wurde mit *Xylaria* geimpft; aber der Pilz gedieh nicht gut, das Myzel wuchs sehr spärlich und starb bald ab.

Um zu beobachten, ob der Pilz erfolgreicher auf flüssiger oder fester Substanz kultiviert werden könnte, wurden Kulturen vorbereitet, die verschiedene Lösungen (Pflaumensaft, Kalinitrat-Rohrucker, Asparagin-Rohrzucker, Pepton-Rohrzucker u. a.) enthielten; das Ergebnis war, daß überall das Myzel ziemlich üppig wuchs, die Bildung von Stromata aber mit einer Ausnahme (Pepton, auf dem Stromata mit Konidiensporen beobachtet wurden) fehlte. Im allgemeinen werden wir daher später auf Kulturen uns zu beziehen haben, die mit festen Nährmedien hergestellt waren.

Um die Keimung der Konidio- und Askosporen zu beobachten, wurden feuchte Kammern benutzt; auf einen Objektträger wurde ein dicker, in der Mitte durchbohrter Pappdeckel gelegt, der vorher in siedendes Wasser getaucht und dadurch wenigstens oberflächlich sterilisiert worden war; auf dem Loch des Papprings lagen die Deckgläser, auf deren untere Seite die Lösung und in ihr die Sporen aufgetragen wurden. Diese feuchten Kammern mit den Sporen wurden auf einem Gestell unter eine Glasglocke gestellt und der Innenraum der letzteren durch benetztes Filtrierpapier stets feucht gehalten.

Eine andere Form der feuchten Kammer bestand aus gewöhnlichen Petrischalen, in welchen auf feuchtem Filtrierpapier die Objektträger mit den Kulturtropfen lagen.

Die Beobachtungen, die ich bei Kultur der *Xylaria* auf verschiedenen Nährböden sammelte, sollen hauptsächlich auf die Fragen nach dem Einfluß äußerer Bedingungen auf die Entwicklung des Pilzes und insbesondere seine Stromabildung Auskunft geben.

Wir wollen unsern Stoff, soweit er sich auf Fragen der zweiten Art bezieht, in folgende Abschnitte unterbringen:

I. Keimung der Konidio- und Askosporen in Tropfenkulturen.
II. Entwicklung des Myzels und der Stromata auf Agarplatten.

III. Einfluß des Lichtes, der Transpiration und der Temperatur auf das Wachstum des Pilzes und die Stromabildung.
IV. Heliotropismus und Geotropismus.
V. Einfluß des Kontaktes auf die Stromata.
VI. Einfluß der Verwundung auf histologische und morphologische Ausbildung der Stromata.
VII. Verwachsungsvorgänge.

Die typische Entwicklung des Pilzes kann man am besten nach Aussaat auf Holz beobachten.

Impfungen von Askosporen wurden auf Ulmenholzstücken in Reagenzgläsern gemacht. Im Gewächshaus entwickelte sich der Pilz sehr gut. Schon am dritten oder vierten Tage nach der Impfung war das Myzel dem bloßen Auge sichtbar und setzte sein Wachstum sehr üppig als schneeweißes Gebilde fort. Um den siebenten oder achten Tag waren Exsudationen einer farblosen Flüssigkeit an der Oberfläche zu bemerken, denen kräftige Entwicklung der Stromata folgte, und letztere wurden im allgemeinen 1—3 cm, nicht selten 5—7 cm lang. Etwa einen Monat nach der Aussaat ist der obere Teil der Stromata mit einer gräulich gefärbten pulvrigen Masse bedeckt, die sich bei der Prüfung unter dem Mikroskop als eine große Zahl farbloser, eiförmiger Konidiosporen erkennen läßt. Der obere Teil der Stromata, der die Konidiosporen trägt, geht bald aus dem Hellgrauen in eine gräulich graue Farbe über. Wenn die Konidiosporenbildung aufhört, bilden sich zuletzt die charakteristischen, keulenförmigen Spitzen. Unmittelbar unter der Oberfläche des keulenförmigen Teiles liegen die Perithezien.

Von den Impfungen bis zur Bildung der Askosporen verstreichen etwa 6—8 Wochen; im Sommer findet die Bildung etwas früher statt als in den Wintermonaten.

Außer den Askosporen lassen sich auch Konidiosporen der *Xylaria* zum Anlegen von Kulturen (auf Holz usw.) benutzen. Innerhalb 4—6 Tagen kam das weiße Myzel zum Vorschein. Doch es war nicht so üppig, als das der Askosporenkulturen. Stromabildung fand sich ungefähr nach 3 Wochen; die Stromata waren zwar ebenso kräftig entwickelt, wie die der Askosporenkulturen, aber es ist mir nicht gelungen, Fruktifikation an ihnen zu beobachten, gleichwohl vermute ich, daß auch die Stromate der Konidiosporenkulturen zur Fruktifikation kommen. Brefeld (a. a. O. p. 264) scheint niemals aus Sporen der *Xylaria* fertile Stromata erzielt zu haben.

I. Keimung der Konidio- und Askosporen.

Es war zu prüfen, ob Sporen von *Xylaria* auf künstlichen Nährböden gut zu keimen imstande sind oder nicht. Brefeld macht in seinem Bericht über die Kulturresultate von *Xylaria* keine Mitteilung darüber, ob er von Konidio- oder von Askosporen ausgegangen ist. Nach Aussaat von Asko-

sporen (auf Pflaumensaft, Kaliumnitrat, Chlorammonium, Asparagin, Pepton, die letzten vier mit Rohrzucker kombiniert, und Ulmusdekokt) beobachtet man bereits binnen 20—24 Stunden bei Zimmertemperatur Keimungen.

Die Keimung geht in verschiedener Weise vor sich. Der Keimschlauch entsteht entweder an der Konkav- oder an der Konvexseite der Sporen oder an ihrem spitzen Ende. Der Keimschlauch wächst ziemlich schnell und beginnt bald sich zu verzweigen. Fig. 1 zeigt die Art und Weise der Keimung der Askosporen in ihrem frühesten Stadium und einige Stunden später.

Es ist mir trotz zahlreicher Versuche nicht gelungen, Keimungen der Konidiosporen bei Aussaat in künstlichen Nährlösungen (hängenden

Fig. 1. a) Konidiosporen. b) Askosporen. c) Keimung der Askosporen. Vergr.

Tropfen) zu beobachten. In einer Lösung von Asparagin und Zucker sah ich selbst nach 10 Tagen noch keine Keimung, während Askosporen in derselben Lösung schon 24 Stunden nach der Impfung keimten.

Daß Konidiosporen auf festen Nährböden keimen, geht schon aus der vortrefflichen Entwicklung der von Konidiosporen ausgehenden Holzkulturen hervor.

II. Entwicklung des Myzels und der Stromata auf Agarplatten.

Wir sprachen vorhin von der typischen Entwicklung der *Xylaria* auf ihren natürlichen Substratholzstücken, die in Reagenzgläsern sterilisiert worden waren. Unser Pilz wächst nun auch vorzüglich auf Gelatine und namentlich auf Agar. Da es schwer hält, Kulturen, die durch Aussaat von Sporen gewonnen werden, auf Gelatine oder Agar dauernd rein zu halten, wurde vorzugsweise derart verfahren, daß Myzeliumstücke auf die sterilisierte Pflaumensaft-Agarplatte übertragen wurden. Dann ent-

wickeln sich die Pilze schnell und gehen bald zur Stromabildung auf dem Agar über. Was die Schnelligkeit der Entwicklung — von der Aussaat des Myzelstückes bis zur Bildung der Stromata — betrifft, so verhalten sich Gelatine- und Agarkulturen zu Holzkulturen etwa folgendermaßen:

Auf Gelatine sieht man schon einen Tag nach der Impfung das Wachstum das Myzels beginnen. Die Entwicklung geht schnell vonstatten. In den Petrischalen, in welchen der Nährboden gewöhnlich nicht dick war, nahm das Myzel ein schönes welliges, seidenartiges Aussehen an und ging nach ca. 7—8 Tagen zur Stromabildung über. Die Stromata erscheinen unregelmäßig über die Oberfläche der Kultur verteilt; diese Gelatinekulturen wurden aber meistens sehr bald von Bakterien verunreinigt und gingen daher zugrunde, so daß befriedigende Resultate nur ausnahmsweise erzielt wurden.

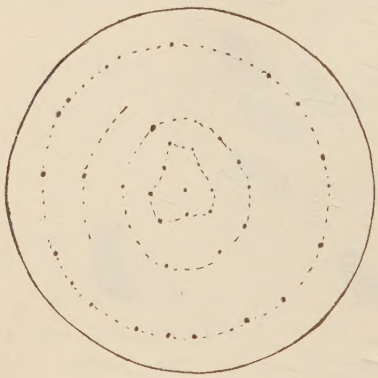

Fig. 2. Ringförmige Anordnung der Stromata auf einer Agarkultur (Schema). Die Stromata sind als Punkte auf der Figur eingetragen.

Wie bekannt, sind zahlreiche Pilze fähig, Gelatine zu verflüssigen. In einigen der *Xylaria*-Kulturen auf Gelatine war zwar zu bemerken, daß das Substrat flüssig wurde, in den meisten Fällen allerdings nur an einem Teil des Randes der Myzelscheibe. Die nähere Untersuchung ergab, daß *Xylaria* selbst nicht imstande ist, Gelatine zu verflüssigen; vielmehr waren es immer verunreinigende Bakterien, welche den Nährboden flüssig werden ließen.

Auf Agar wächst *Xylaria* ebenfalls gut, bleibt länger rein als auf Gelatine und bildet schon nach ungefähr 3—4 Tagen Stromata, deren Bildung auch hier die Abscheidung farbloser Flüssigkeit vorangeht.

Sehr auffallend unterscheiden sich die Agarkulturen von Gelatinekulturen dadurch, daß die Stromata in mehr oder minder regelmäßigen Ringen angeordnet sind. In der Mitte der Kultur, die der Impfstelle entsprach, standen die ältesten Stromata in einer Gruppe beisammen, um sie herum die später entstandenen in konzentrischen Ringen. Daß Konidien sehr vieler Pilze, die Sklerotien der leicht kultivierbaren Sklerotiniaarten und auch die Fruchtkörper vieler Basidiomyceten in Ringform angeordnet erscheinen, ist schon lange bekannt; an den Stromabildungen künstlich kultivierbarer Ascomyceten scheinen solche „Hexenringe“ und die Unabhängigkeit ihres Auftretens von der Qualität ihres Nährbodens bisher noch nicht beobachtet worden zu sein (vgl. Fig. 2).

Unerwähnt blieb bisher das Verhalten des *Xylaria*-Myzels auf Agarnährboden, dessen nachfolgend geschilderte Veränderungen ich nur bei diesen und niemals bei Verwendung anderer künstlicher Nährböden beobachten konnte. Agarkulturen zeigen nämlich einige Tage nach der Ent-

wicklung in der Mitte der weißen Myzelplatte ein graues Feld; dieses kommt durch Zusammensinken des weißen Myzels zustande, an dessen Oberfläche sich eine besondere schwarze Rindenschicht differenziert, die der Myzelschicht einen fast sklerotienartigen Charakter gibt und in allen Stücken mit der wohlbekannten schwarzen Rinde der Stromata übereinstimmt: die dunklen Felder des Agarmyzels erscheinen grau, weil die schwarze Rindenschicht noch von einer leichten Lage unveränderten Myzels überdeckt ist. In älteren Kulturen zeigen sich mehrere ringförmige Zonen dieser grauen Schicht, die voneinander zunächst noch durch rein weiße Zonen getrennt oder miteinander durch graue Brücken anastomosieren können; schließlich vereinigen sich die grauen Zonen, deren Umrisse übrigens nicht völlig kreisrund verlaufen, sondern unregelmäßig gebuchtet. Die Myzelrindenringe entsprechen den Ringen, in welchen, wie gesagt, die Stromata angeordnet sind.

Dieselbe Erscheinung wurde sonst nur bei Holzkulturen beobachtet. Dasselbe hat offenbar Molisch (a. a. O.) vor sich gehabt, als er das Schwarzwerden des Myzels auf Brotkulturen konstatierte.

Beide Eigentümlichkeiten der Agarkulturen (Zonenbildung im Myzel und ringförmige Anordnung der Stromata) hängen offenbar mit den optimalen Ernährungsbedingungen zusammen, welche für *Xylaria* auf Agarkulturen verwirklicht sind. Denn auch auf dem natürlichen Substrat bilden, wie gesagt, die *Xylaria*-Myzele nicht nur die geschilderten Zonen, sondern gelegentlich entstehen, wie mir Herr Professor Küster mitteilte, auch in der freien Natur auf den Schnittflächen alter Baumstümpfe die Stromata in Ringanordnung. Allerdings sind nach Professor Küster die in der Natur auftretenden Ringe niemals so vollkommen und durch ihr regelmäßiges Rund überraschend wie in künstlichen Kulturen. Vielleicht sind die optimalen Ernährungsverhältnisse auf Agar bedingt durch den Reichtum des letzteren an Polysacchariden.

Beide Kulturserien (Agar und Gelatine) unterscheiden sich von den Holzkulturen durch ihren Mangel an Askosporenbildung; auf Holzstücken enthielten die Stromata in einigen Fällen Perithezien mit Askosporen, wenn die Kulturen lange genug beobachtet wurden.

III. Einfluß des Lichtes auf die Bildung der Stromata.

Seit Brefeld ist die Bedeutung des Lichtes für die Fruchtkörperbildung zahlreicher höherer Pilze oft untersucht worden. Meine Versuche, die ich sogleich zu schildern haben werde, zeigten, daß auch auf die Stromabildung von *Xylaria* das Licht einen wesentlichen Einfluß hat.

[1]) „Brefeld gibt in seinen Arbeiten an, daß sich die Strahlen von verschiedener Wellenlänge in bezug auf die Entstehung und Ausbildung der

[1]) Zitiert nach Lakon, Die Bedingungen der Fruchtkörperbildung bei Coprinus, Separatabdruck aus „Annales Mycologici“ (vol. V, No. 2 1907).

Fruktifikationsorgane bei den untersuchten Pilzen verschieden verhalten. So fand er, daß sich die *Coprinus*-Arten *C. stercorarius*, *C. niveus*, *C. plicatilis*, *C. nychthemerus* und *Pilobolus microsporus* (I. p. 96, III. p. 286, 280, 285, II. p. 77) unter dem Einfluß der blauvioletten Strahlen ähnlich wie im Tageslicht, unter demjenigen, der rotgelben Strahlen, ähnlich wie im Dunklen entwickelten. Gräntz (I. p. 19, 29) bestätigte diese Angaben Brefelds bei den von ihm untersuchten *C. stercorarius* und *Pilobolus microsporus*."

Die in der Literatur vorliegenden Mitteilungen über die Wirkung des Lichtes auf die Entwicklung der Pilze machten es wünschenswert, auch

Fig. 3. Dunkelkulturen. Vergr.

Xylaria nach entsprechenden Gesichtspunkten zu untersuchen und den Einfluß des weißen, roten und blauen Lichtes, sowie den Einfluß der Transpiration auf ihre Entwicklung zu prüfen.

1. Zahlreiche Kulturen auf Ulmenholz (in Reagenzgläsern) wurden in vier Reihen geteilt: eine Reihe wurde dem Tageslicht ausgesetzt, eine zweite und dritte unter die wohlbekannten doppelwändigen, roten und blauen Glasglocken gebracht. Die übrigen Kulturen wurden unter einen Blechzylinder ins Dunkle gestellt. Alle 4 Abteilungen wurden in ein Gewächshaus gebracht (Temperatur 20° C). Bei sämtlichen Versuchen wurde schon am dritten oder vierten Tage nach der Impfung Myzel sichtbar.

Über die Kulturen im Dunklen ist folgendes zu sagen:

Durch die Ausschließung des Lichtes wurde das Wachstum des Myzels günstig beeinflußt; es wuchs dick und üppig als schneeweiße Decke, bedeckte bald die Oberfläche des Holzes und begann dann an der Glaswand

emporzukriechen[1]). Einige Kulturen begannen ungefähr am 12.–14. Tage Stromabildung zu zeigen, die meisten Kulturen blieben stromafrei. Wurden Stromata gebildet, so blieben sie klein und waren abnorm gestaltet. Sporen wurden an ihnen nicht gefunden (vgl. Fig. 3).

In den Kulturen unter der roten Glasglocke wuchs das Myzel ebenfalls üppig und kroch ebenso kräftig an der Glaswand empor wie bei den

Fig. 4. Lichtkulturen. Vergr.

Kulturen im Dunkeln. In einigen „Ausnahmefällen" trat auch hier Stromabildung (nach 12—14 Tagen) ein, aber auch hier wurden in der weiteren Entwicklung die Stromata abnorm; Sporen nahm ich an ihnen nicht wahr.

Unter blauem und weißem Licht ist die Entwicklung der *Xylaria* die gleiche. Das Myzel verbreitete sich bald über die Schnittoberfläche und von da überall hin. Ungefähr nach 6—10 Tagen trat die Stromabildung ein und ging in dem blauen wie in dem weißen Licht gleich kräftig vor sich. Die weitere Entwicklung erfolgte so, wie ich sie schon oben beschrieben habe, so daß ich hier nicht nochmals darauf einzugehen brauche (vgl. Fig. 4).

[1]) Vgl. ähnliche Beobachtungen bei Lakon (a. a. O.).

Die an *Xylaria* gewonnenen Resultate stimmen also mit den von Brefeld gemachten überein.

Auch künstliches Licht (Glühlicht), das Tag und Nacht ununterbrochen bestrahlte, genügte, an *Xylaria*-Kulturen Stromabildung hervorzurufen.

2. Das Licht wirkt nicht nur als Anregung zur Stromabildung überhaupt, sondern beeinflußt auch die histologische Ausbildung der Stromata: kultiviert man *Xylaria* (auf Holz in Reagenzgläsern) bei einseitiger Belichtung, so erscheint die belichtete Seite insofern gefördert, als auf der Lichtseite die schwarze Rindenzone der Stromata höher hinaufreicht, und auf der Schattenseite dementsprechend der weiße Spitzenteil des Stromas größer ist als auf der andern Seite; Belichtung fördert also die Rindenbildung (vgl. Fig. 5).

3. Lakon's Mitteilungen, von welchen ich oben sprach, machten es notwendig, den Einfluß der Transpiration näher zu prüfen.

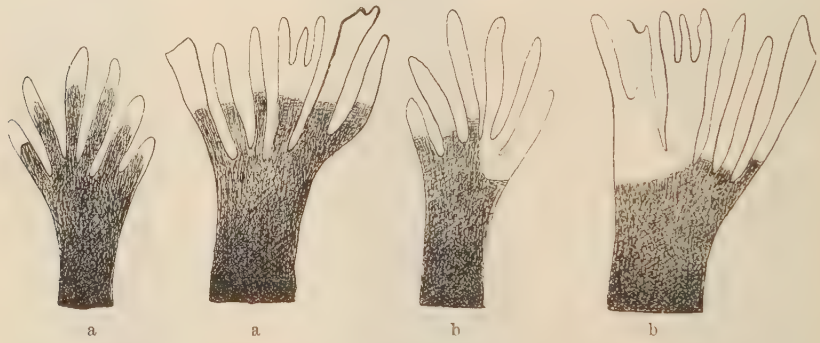

Fig. 5. Ausbildung der Rindenschicht auf der Licht- und Schattenseite der Stromata. a) Lichtseite. b) Schattenseite. Vergr.

Daß überhaupt die Transpiration einen großen Einfluß auf die Stromabildung von *Xylaria* hat, wird durch manche Beobachtung wahrscheinlich gemacht.

Im Gewächshaus mit hoher Temperatur wurde bemerkt, daß die Stromata in Reagenzgläsern, an deren Wänden sich viel Feuchtigkeit angesammelt hatte, bis zu der ansehnlichen Länge von 10 cm heranwuchsen (vgl. Fig. 6 und 7).

Der Habitus der übermäßig langen Stromata erinnerte an den Typus vergeilter Gewächse; ich möchte annehmen, daß die herabgesetzte Transpiration dabei das eigentlich Wirksame ist.

Eine Reihe Versuche wurde angestellt, um zu prüfen, ob die beobachtete Wirkung des Lichtes nur durch den Einfluß des Lichtes auf die Transpiration zustande kommt. Einige Versuche wurden in der Weise angestellt, daß Versuche gleicher Art in Dunkelheit kultiviert wurden, teils aber verschlossen gehalten, teils offen der Transpiration zugänglich gemacht, oder sogar zeitweilig einem Luftstrom ausgesetzt wurden. Die

Versuche führten aber zu keinem positiven Resultat, insofern auch in den Kulturen, in welchen die Transpiration des Myzels gesteigert war, keine Stromata entstanden. Trotzdem bleibt es mir wahrscheinlich, daß das unterschiedliche Verhalten der *Xylaria*-Kulturen in Licht und Dunkelheit auf Transpirationsunterschiede zurückzuführen ist.

Fig. 6. Kultur im feuchten Raum. Vergr.

4. Der Einfluß der Temperatur auf die Stromabildung geht aus folgenden Versuchen hervor. Bei 10° C ging das Wachstum des Myzels langsam vor sich; nach 3—4 Wochen hörte es auf: die Kulturen trockneten aus und gingen zugrunde.

Bei ca. 15° C war das Wachstum des Myzels ebenfalls gering; etwa am 15. Tage nach der Impfung fing es an, einige Stromata zu bilden. Doch sie waren klein, verkümmert und blieben steril. Zuweilen zeigte auch hier das Myzel keine weitere Entwicklung, wurde trocken und ging ein.

Bei einer Temperatur von ungefähr 20° C (Gewächshaus), bei welcher der

Fig. 7. Kultur in trockner Luft. Vergr.

Pilz „wild“ wächst und ich die meisten Versuche angestellt habe, war das Wachsen optimal.

Was den Einfluß noch höherer Temperaturen betrifft (bis 30° C), so läßt sich nur sagen, daß auch bei 30° noch kräftiges Myzel gebildet wird. Da ich die Versuche im Dunkeln (in Thermostaten) anstellte, ist es (nach dem oben Gesagten) nicht überraschend, daß keine Stromata gebildet wurden.

5. Von den Erscheinungen des Heliotropismus wird im folgenden Abschnitt kurz die Rede sein.

IV. Heliotropismus und Geotropismus.

Daß Licht auf die in Entwicklung begriffenen Stromata von *Xylaria* richtenden Einfluß hat, teilt schon Brefeld mit (a. a. O.): Die Stromata wenden sich dem Lichte zu, sind also positiv heliotropisch. Molisch's Versuche sowie meine eigenen bestätigen diese Erfahrungen.

Im Anschluß an die Versuche und Mitteilungen von H. Hasselbring[1]) über „Gravity as a form-stimulus in fungi" wurden eine große Anzahl ganz junger Kulturen, auf welchen noch keine Stromaanlagen erkennbar waren, auf den Klinostaten gebracht. Die Kulturen entwickelten sich auf ihm — dem Einfluß der Schwerkraft entzogen — weiter und produzierten Stromata, die in ihrer Form keine nennenswerten Abweichungen von den sonst beobachteten zeigten.

Über den richtenden Einfluß der Schwerkraft auf *Xylaria* liegt eine Angabe bei J. Schmitz[2]) vor, welcher die Fähigkeit der Stromata, sich

Fig. 8. Krümmung invers gestellter Stromata. Vergr.

negativ geotropisch zu krümmen, konstatierte. Meine eigenen Versuche bestätigen diese Mitteilung. Ich verfuhr in der Weise, daß ich Reagenzglaskulturen in horizontaler Lage mit dem „liegenden Mikroskop" beobachtete: fast alle Stromata erfahren geringe Aufwärtskrümmung. Außerdem wurden Reagenzglaskulturen mit jungen Stromata invers aufgestellt, so daß ihre jungen Spitzen nach unten wiesen. Ein Teil der Kulturen wurde, um den richtenden Einfluß des Lichtes auszuschalten, auf den in Drehung befindlichen Orthostaten gestellt. In allen Fällen ging das Wachstum der Stromata weiter fort; auffallend war die vom normalen Verhalten abweichende Art der Verzweigung. Die Stromata ähnelten zum Teil den Klauen eines Vogels; ihre Zweige krümmten sich nach auswärts oder aufwärts. Figur 8 zeigt das Charakteristische dieser Verzweigung.

V. Einfluß des Kontaktes.

Kultiviert man Xylarien in Reagenzgläsern, so kann es nicht ausbleiben, daß viele Stromata früher oder später an die Glaswand stoßen und auf größere oder kleinere Strecken hin mit ihr in Berührung bleiben.

[1]) Botan. Gazette, 1907 vol. 43, p. 251.

[2]) Linnaea 1843, Bd. XVII, p. 474, zitiert nach Zopf, Die Pilze, 1890, p. 208.

In solchen Fällen bleibt an der an das Glas stoßenden Seite die Bildung der schwarzen Rindenschicht aus. Schon Molisch hat derartige Wirkungen des Kontaktes bei *Xylaria* beobachtet. Stromaspitzen, welche an die Glaswand stoßen, verbreiten sich oft haftscheibenartig. Wächst die Spitze eines Stromas an der Glaswand entlang, so verbreitet es sich zuweilen weit über die Oberfläche des Glases und verzweigt sich. Das Gebilde verliert dabei gänzlich den Charakter eines Stromas und setzt sein Wachstum als gewöhnliches vegetatives Myzel fort. Eine Wiedervereinigung des Myzels zu einem festen Stroma wurde nie beobachtet, vielmehr stellt das Myzelgebilde, wenn sich seine Spitzen einige Zentimeter von dem Fußpunkte des Stromas entfernt haben, sein Wachstum naturgemäß ein. Ich glaube nicht, daß in diesen Fällen ausschließlich eine Wirkung des Kontaktes vorliegt; vielmehr wird wohl auch die Taubildung an der Glaswand und die Benetzung des wachsenden Myzels dabei eine Rolle spielen. Läßt man in relativ trockenem Raum die Stromata wachsen, so tritt keine Umwandlung zu vegetativem Myzel ein.

In improvisierten spitz-prismaförmigen Glaskammern, die durch Vereinigung von zwei spitz konvergierenden Objektträgern hergestellt worden waren, entwickelten zwar die Stromata an der Berührungsstelle keine schwarze Rindenzone; sie verbreiterten sich auch hier, aber typisch vegetatives Wachstum trat nicht ein.

Die Abbildung einer Reagenzglaskultur (vgl. Taf. IV.) soll die Art und Weise der vegetativen Bildung veranschaulichen. Ich verweise hier noch auf die Umbildung von Fruchtkörpergeweben zu vegetativem Myzel, welche W. Magnus[1]) an Basidiomyceten beobachtete.

VI. Einfluß der Verwundung auf histologische und morphologische Ausbildung der Stromata.

Molisch hebt bereits hervor (a. a. O.), wie auffallend plastisch die Stromata von *Xylaria* in ihren Formen sind. Wir haben in den vorangegangenen Kapiteln nur diejenigen Gestaltungen erwähnt, deren ursächlicher Zusammenhang mit den Kulturbedingungen entweder klar nachweisbar oder doch mit Wahrscheinlichkeit zu erschließen war. Außer den erwähnten Formen wurden noch manche andere gefunden. Vor allem ist die Breite und der Verzweigungsmodus — Höhe des Verzweigungspunktes, Zahl und Länge der Äste — sehr verschieden; welche Lebensbedingungen dabei im einzelnen maßgebend sind, ließ sich nicht ermitteln, da die Stromata einer Reagenzglaskultur oft ganz verschieden sich gestalten. Sehr merkwürdig sind die Stromata, welche anstatt sich zu verzweigen oben eine schüssel- oder becherförmige Einsenkung entwickeln

[1]) Über die Formbildung der Hutpilze. Berlin 1906 (Archiv für Biontologie, Bd. I, p. 107 ff.).

und etwa an gestielte Apothezien oder an manche *Cladonia*-Arten erinnern. Hinsichtlich der histologischen Ausbildung finden sich ebenfalls Verschiedenheiten: bei manchen Stromaindividuen ist die weiße Spitze ganz kurz, bei anderen Stromata derselben Kultur fast 1 cm lang; oder es wechseln sogar an einem Stroma weiße und schwarze Zonen. Welche Bedingungen das Auftreten dieser Ausnahmebilduugen herbeiführten, vermag ich nicht anzugeben.

In Anbetracht dieser Mannigfaltigkeiten schien es wichtig, den Einfluß der Verwundung auf die Ausbildung der Stromata von *Xylaria* näher zu untersuchen.

Von den Fruchtkörpern, den Sklerotien, ja sogar den einzelnen Hyphen vieler Pilze ist es bekannt, daß sie auf Verwundung durch irgendwelche Heilungs- oder Regenerationsvorgänge oder mit andern charakteristischen Reaktionen antworten. Verletzte Zellen von Phycomyceten heilen, verstümmelte Hyphen verzweigen sich in abnormaler Weise[1]), Sklerotien regenerieren nach Verletzung die dunkle Rindenschicht[2]), Fruchtkörper von Basidiomyceten lassen komplizierte Regenerationserscheinungen erkennen[3]). Auch die Stromata von *Xylaria* sind in hohem Maße regenerationsfähig.

A. Einfluß der Verwundung auf die histologische Ausbildung der Stromata.

Entfernt man an einem Stroma die schwarze Rinde mit dem Rasiermesser, so wird schon am folgenden Tage nach der Operation an der verwundeten Oberfläche ein üppiger Auswuchs von schneeweißem Myzel bemerkbar; der verwundete Teil der Stromata wird dabei dicker als der normale. Allmählich vollzieht sich in dem neuen Auswuchs des Myzels eine Umbildung und in ungefähr 5—8 Tagen bildet sich eine vollständig neue schwarze Rinde. Das Wachstum der Stromata während der Neubildung war ganz normal.

Dieser Vorgang der Rindenregeneration entspricht ganz und gar dem von Brefeld an Sklerotien und Coprinus beobachteten: werden Sklerotien der genannten Art ihrer Rinde beraubt, so bildet sich aus der weißen Masse ihres Innern eine neue kleinzellige, dunkel gefärbte Rindenzone; dieser Prozeß der Rindenregeneration kann nach Brefeld an demselben Objekt nach wiederholter Operation sich mehrere Male nacheinander abspielen.

B. Einfluß der Verwundung auf die morphologische Ausbildung der Stromata.

Die Regenerationsfähigkeit der Stromata wurde weiterhin nach verschiedenen Richtungen durch Dekapitations- und Spaltungsoperationen geprüft.

[1]) Literatur bei Küster, Pathol. Pflanzenanatomie, 1903, p. II ff.
[2]) Brefeld, Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze, H. III 1877, p. 25.
[3]) W. Magnus a. a. O., Magnus zitiert weitere Literatur.

1. Wurzeln regenerieren bekanntlich nach Dekapitation sehr bald ihre Spitze. Im wesentlichen ähnlich verhalten sich Stromata von *Xylaria*, wenn ihnen die weiße Spitze genommen wird.

Eine große Anzahl von *Xylaria*-Stromata wurde mit dem Rasiermesser dekapitiert; in den meisten Fällen kam eine neue Spitze in ungefähr drei Tagen nach der Operation zustande, das Wachstum ging ganz normal vor sich. Es handelt sich hier um eine Restitution im Sinne Küster's[1]).

Zur Regeneration der weißen konidientragenden Spitze sind aber nicht nur die apikalen Enden der Stromata befähigt, sondern auch die basalen Teile der von ihrem Substrat losgelösten Stromata. Es wurden zahlreiche Stromata von ca. 1—4 cm Länge abgeschnitten und invers in Pflaumensaftagar eingestellt. Vorher wurden die weißen Spitzen der Stromata entfernt, es zeigte sich schon am folgenden Tage eine neue weiße Spitze, und schon am dritten Tage nach der Operation wurde eine offenbar normale Spitze wahrgenommen.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß beide Pole eines Stromatas imstande sind, in gleicher Weise und mit gleicher Schnelligkeit eine neue Spitze zu regenerieren.

Es lag nahe zu vermuten, daß bei invers eingepflanzten Stromatastücken die Existenz einer wachstumsfähigen Spitze auch dann, wenn diese im Agar steckte, durch irgendwelche Korrelationen die Neubildung einer neuen Spitze am freien basalen Ende zurückhalten könnte. Es zeigte sich aber, daß invers eingepflanzte Exemplare, deren normale weiße Spitze vor dem Einpflanzen nicht entfernt worden war, im allgemeinen mit gleicher Schnelligkeit regenerierten als die anderen, von welchen vorhin die Rede war.

Restitution der normalen weißen Spitze trat an dekapitierten Exemplaren auch dann ein, wenn die Stromata tiefer unten als die bisher geschilderten in derselben Weise dekapitiert wurden — ungefähr $^1/_4$ oder $^1/_2$ bis beinahe die ganze Länge des Stromas wurde hier durch Operation entfernt.

Überall erschien eine weiße Spitze in derselben Art und Weise wie bei den vorhergehenden Versuchen, aber die neu gebildeten Stromata, welche aus den Stummeln der alten hervorwuchsen, schienen nicht so kräftig wie die ursprünglichen zu sein.

2. Längsgespaltene Wurzeln höherer Pflanzen regenerieren, wie bekannt, in der Weise, daß jede Hälfte zu einem normalen Ganzen sich vervollständigt und die Wurzeln mit zwei Spitzen ihre Entwicklung fortsetzen. Ebenso verhalten sich die Stromata unserer *Xylaria*.

Werden Stromata mit dem Rasiermesser an der Spitze halbiert, so sind zwei Möglichkeiten der weiteren Entwicklung vorhanden; entweder die beiden Hälften vereinigen sich wieder und das operierte Stroma setzt

[1]) Pathol. Pflanzenanatomie, 1903, p. 8.

in normaler Weise sein Wachstum fort, oder die beiden Hälften regenerieren sich zu je einer kompletten Stromaspitze, so daß gabelförmige Stromata entstehen, die von spontan verzweigten sich im Habitus nicht unterscheiden.

Um die Vereinigung der Wundflächen zu verhüten, wurden wiederholt gewöhnliche Deckgläser zwischen die Spalthälften der Stromata gelegt; überall wo das Gläschen gelegt war, wurde am nächsten Tage an den verwundeten Flächen üppiges Myzel bemerkt, welches sich allmählich veränderte, bis sich innerhalb 5—8 Tagen (nach der Operation) eine neue Rinde an der Wundfläche bildete.

Derselbe Effekt, d. h. Bildung gabelförmiger Stromata wurde auch bei Dekapitation sehr jugendlicher Exemplare (3 mm Länge) — allerdings nur zuweilen — erreicht; in einzelnen Ausnahmefällen wurden nämlich an solchen Stromata nicht ein, sondern zwei Äste an der Schnittfläche regeneriert.

Eine Anzahl *Xylaria*-Stromata wurde in dem ersten Stadium der Entwicklung dekapitiert (3 mm Länge), ehe sich die schwarze Rinde entwickelt hatte. In den meisten Fällen, die dieser Operation folgten, bildete sich wieder in ungefähr 3 Tagen eine neue Spitze. Die Bildung der gabelförmigen Stromata, wie oben angegeben, fand bei solch jungen Individuen nur gelegentlich statt.

3. Zuletzt sind noch diejenigen Experimente zu erwähnen, durch welche versucht wurde, das Stroma zur Neubildung von Seitenzweigen zu veranlassen, ohne in die Entwicklung der normalen Spitze so grob einzugreifen, wie es bei den früher geschilderten Versuchen geschah. Neubildung von Seitenzweigen tritt nach Eingriffen mannigfaltiger Art ein, bald unberechenbar an Stelle anderer Regenerationserscheinungen, bald derart, daß man willkürlich die Bildung eines Seitenastes hervorrufen und lokal bestimmen kann.

a) Meine ersten Beobachtungen über Neubildung von Seitenästen machte ich gelegentlich der Versuche, welche über die Regeneration des schwarzen Rindengewebes Aufschluß geben sollten. Gelegentlich wurde nämlich beobachtet, daß an der seitlichen Wundstelle nicht neue Rinde die bloßgelegte weiße Myzelmasse bedeckte, sondern daß ein Seitenast an ihr sich bildete.

Es gelang, ständig diese Erscheinung hervorzurufen, wenn die Wunde durch Biegung des Stromas dauernd offen und klaffend gehalten wurde, wie wir sogleich näher zu schildern haben werden.

b) Wir sprachen schon oben von dem Verhalten der Stromastücke, die in inverser Lage in Agar gesteckt werden, und teilten mit, daß auch an ihrem basalen Ende ein weißer konidientragender Teil regeneriert werden kann. Dieser Teil stellt aber zuweilen sein Wachstum ein und wird schwarz; dann bildet sich unterhalb der Spitze ein neuer Ast, der nach oben weiter wächst (vgl. Fig. 9).

c) Nur in einem Falle wurde beobachtet, daß an Stromaspitzen, welche der Länge nach halbiert worden waren, sich neue Zweige bildeten. In diesem Falle fand wohl eine Vereinigung der verwundeten Oberflächen

Fig. 9. Zweigbildung am basalen Ende der Stromata. a) Apikales Ende. b) Basales Ende. Vergr.

statt, aber es war keine vollkommene. An der Wundstelle bildete sich ein neuer Zweig.

d) An diesen Fall mögen sich diejenigen Beobachtungen anschließen, in welchen seitliche Einschnitte stets zur Bildung von Seitenästen führten.

Fig. 10. Bildung eines Seitenzweiges nach Einschnitt. Vergr.

Schneidet man ein Stroma zur Hälfte quer durch, und sorgt durch Biegung des Stromas dafür, daß die Wunde klafft, so wächst aus der Lücke heraus ein Seitenzweig. Zuerst entstanden üppige Myzelauswüchse. Un-

gefähr am vierten Tage nach der Operation bildet sich ein kräftiger neuer Zweig (siehe Fig. 10).

Im Grunde dieselbe Erscheinung liegt in denjenigen Fällen vor, welche durch die Skizzen Fig. 11 veranschaulicht werden. Die Stromata waren an mehreren Stellen quer angeschnitten und an allen Schnittstellen zickzackartig gebogen.

Eine Anzahl der verwundeten Flächen vereinigten sich wieder und heilten. In den meisten Fällen wurden Seitenzweige gebildet, ungefähr in vier Tagen.

Der neue Zweig setzt im allgemeinen die Richtung des unter ihm liegenden Stromastückes fort, doch kamen auch Fälle der umgekehrten Art zur Beobachtung, in welchen der regenerierte Teil das über ihm liegende Stroma-

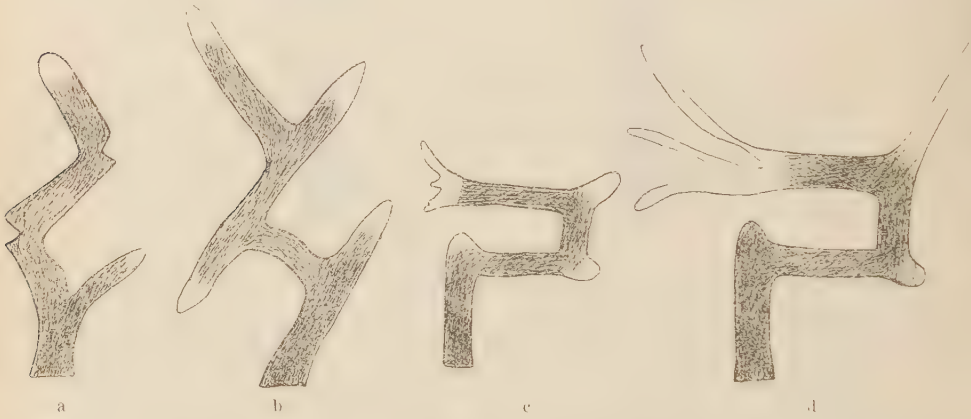

Fig. 11. Zweigbildung nach mehrfacher seitlicher Verwundung; bei d haben zwei neugebildete Zweige ihr Wachstum eingestellt. Vergr.

stück hinsichtlich der Wachstumsrichtung fortsetzte. Eine der Skizzen zeigt, daß unter Umständen ein zwischen zwei Schnitten liegendes Stromastück nach beiden Seiten hin durch regenerierte Teile bipolar sein Wachstum fortsetzen kann[1]).

Stromata, welche in solch charakteristischer Art sich verzweigen, setzen nicht immer in allen ihren neuen Spitzen das Wachstum dauernd fort, sondern die Spitzen der neugebildeten Zweige verändern sich oft allmählich, und innerhalb einiger Tage bildet sich an ihnen schwarze Rinde. Stromata, welche in dieser Weise an der verwundeten Stelle heilen, zeigen ein geschwollenes und mißgebildetes Äußere (siehe Fig. 11).

e) Dekapitation führt, wie wir oben gesehen haben, im allgemeinen nicht zur Verzweigung, sondern zu Regenerationserscheinungen. Anders

[1]) Über die nach Regeneration bipolar wachsenden Wurzeln von Taraxacum vgl. z. B. Göbel, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen, 1908, p. 250.

liegen die Dinge, wenn man durch Gipsverband die Spitze eines Stromas an der Fortsetzung des Wachstums hindert. Die Stromata, die 1—2 cm lang waren, wurde mit Wasser benetzt, und eine noch feuchte kleine Gipskugel wurde auf sie gedrückt. Die Gipskugel wurde bald hart. Innerhalb 8 Tagen erfolgte die Bildung eines neuen Zweiges unmittelbar unter dem Gips (Fig. 12).

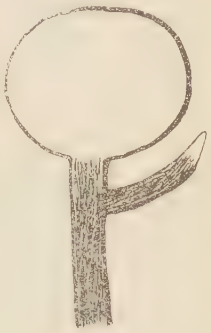

Fig. 12. Zweigbildung nach Eingipsen der Stromaspitze (Schema). Vergr.

f) Eine weitere Art, den normalen Fortgang des Wachstums einer Stromaspitze zu hindern, wurde dadurch erreicht, daß losgelöste Stromata oder Stromastücke mit beiden Enden derart in Agar eingesteckt wurden, wie es Fig. 13 zeigt.

Drei Tage nach dem Pflanzen waren in der Mitte der Stromata Myzelauswüchse sichtbar. Dieses Myzel gestaltete sich allmählich zu einem jungen Stroma.

Ähnliche Zweigbildung trat auch bei Stromastücken auf, welche horizontal auf Agar gelegt worden waren. Diese Stromastücke waren ungefähr 1 cm lang. Ihre Spitzen verloren die charakteristische weiße Farbe und wurden dunkel. Wachstum fand nicht statt. Von ihrer Mitte aber gingen nach einigen Tagen neue Zweige hervor, die aufrecht emporwuchsen.

Die neuen Zweige entstanden immer auf der physikalisch oberen Seite des (horizontal liegenden) Stromastücks. Ich halte es nicht für wahrscheinlich, daß hier eine lokalisierende Wirkung der Schwerkraft vorliegt, sondern glaube eher, daß die unteren Teile des Stromas wegen der Nähe

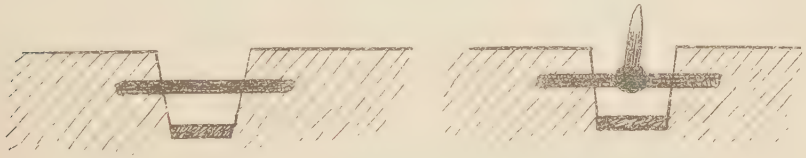

Fig. 13. Schematische Darstellung der mit beiden Enden in Agar liegenden Stromastücke. Vergr.

des feuchten Agars nicht zur Neubildung so gut befähigt sind wie die oberen Seiten, welchen relativ stärkere Transpiration möglich ist.

4. Bei allen bisher geschilderten Versuchen war nur ein Ende des untersuchten Stromastückes frei und das andere in Agar eingebettet und daher nicht regenerationsfähig. Um zu prüfen, wie sich die gleichen Objekte verhalten, wenn beide Enden der Stromastücke frei sind, wurden solche in der Weise in Agar eingeschaltet, wie es die Skizze (Fig. 14) zeigt. Die Stromastücke wurden von oben in den Agar eingedrückt, so daß ihre beiden Enden auch nicht vorübergehend mit dem Agar in Berührung kamen.

Bei den meisten Stromastücken wurde die normale weiße Spitze am apikalen Ende abgeschnitten, bei andern daran gelassen. Bei letzteren heilte das basale Ende bald. Das apikale Ende fuhr fort sich zu entwickeln; in einigen Tagen kam es zur Stromabildung.

Wo die Spitze entfernt war, hatte das apikale Ende in drei Tagen wieder eine neue weiße Spitze. Das basale Ende brachte Auswüchse hervor, die nicht sehr üppig waren und zuweilen dem apikalen Ende ähnelten.

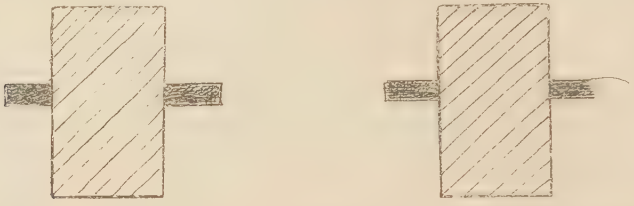

Fig. 14. Schematische Darstellung der mit dem Mittelteil in Agar liegenden Stromastücke. Vergr.

Die Beobachtungen an Stromastücken, welche an beiden Enden frei liegen, sind insofern von einigem Interesse, als nur bei ihnen ein bescheidener Unterschied zwischen apikalem und basalem Ende erkennbar war. Vielfach blieb aber auch hier ein solcher Unterschied aus, so daß an vielen Stücken hinsichtlich ihrer Regenerationsvorgänge gar keine Andeutung von Polarität sich kund gab.

VII. Verwachsungsvorgänge.

Zuweilen entstehen an den Kulturen Stromata, welche anscheinend aus mehreren verwachsen sind. Ich stellte daher einige Versuche an, ob Stromata auch künstlich zur Verwachsung sich bringen lassen. Stromastücke wurden auf Pflaumensaftagar in verschiedener Kombination nebeneinandergelegt; es stellte sich heraus, daß in allen Fällen Stromastücke binnen 24 oder 48 Stunden miteinander verwachsen.

1. Apikales Ende eines Stromas verbunden (d. h. in Berührung gebracht) mit dem apikalen Ende eines anderen Stromas.

2. Apikales Ende verbunden mit basalem Ende (basaler Schnittfläche).

3. Zwei basale Schnittflächen von zwei Stromastücken miteinander verbunden.

4. Zwei apikale Schnittflächen miteinander verbunden.

5. Eine basale Schnittfläche mit einer apikalen Schnittfläche verbunden.

In allen Fällen trat, wie gesagt, Verwachsung ein; besonders schnell und besonders fest dann, wenn sich zwei unverletzte weiße Spitzen miteinander berührten.

Aus dieser Bereitwilligkeit der Stromata, sich bei jeder beliebigen Verbindung leicht zu vereinigen, geht ebenfalls hervor, daß sie keine ausgesprochene Polarität haben.

Lebenslauf.

Ich, Daniel Linford Freeman, wurde am 8. März 1879 zu Aughton, Grafschaft Lancashire in England, geboren und bekenne mich zur evangelischen Konfession. Vom Jahre 1884—1891 besuchte ich die Parochial Schools meines Geburtsortes und wurde in das Lancashire Connty Council Agricultural College Harris Institute in Preston aufgenommen, das ich nach sechsjährigem Besuche mit dem Anstaltsdiplom und auch mit dem „National Diplome in Agriculture“ verließ. Am Anfang des Winter-Semesters 1907/1908 ließ ich mich bei der Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg immatrikulieren und studierte hier während fünf Semestern besonders Naturwissenschaften.

Während meiner Studienzeit besuchte ich Vorlesungen und nahm an praktischen Übungen bei folgenden Herren teil: Bauch, Beeck, Bode, Ebbinghaus †, Holdefleiß, Karsten, Küster, Menzer, Meumann, Mez, Noll †, Poppe, Schneidewind, Steinbrück, Wohltmann.

Allen diesen Herren spreche ich meinen besten Dank aus, vor allem den Herren Professoren Dr. Dr. Karsten und Küster.

E. Laue, Lith. Inst. Berlin.

Verlag von R. Friedländer & Sohn, Berlin.

Umwandlung eines Stromas in vegetatives Myzel. Vergr.